

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Deskripsi Batik

Batik merupakan suatu seni dan cara menghias kain dengan penutup lilin untuk membentuk corak hiasannya, membentuk sebuah bidang pewarnaan, warna dicelup dengan memakai zat warna. Cara membatik memiliki teknik tersendiri, yang dimaksud dengan teknik membuat batik adalah proses proses pekerjaan dari tahap persiapan kain sampai menjadi kain batik (Soewardi, 2008).

Proses membuat batik meliputi pekerjaan pembuatan batik yang sebenarnya terdiri dari pelekatan lilin batik pada kain untuk membuat motif, pewarnaan batik (celup, colet, lukis/*painting*, printing), yang terakhir adalah penghilangan lilin dari kain. Sejarah batik yang tepat tidak dapat dipastikan tetapi artifak batik berusia lebih 2000 tahun pernah ditemui. Dari manapun asalnya, hasil seni ini telah menjadi warisan peradaban dunia (Soewardi, 2008).

Jenis corak batik tradisional tergolong amat banyak, namun corak dan variasinya sesuai dengan filosofi dan budaya masing-masing daerah yang amat beragam. Khas budaya Bangsa Indonesia yang demikian kaya telah mendorong lahirnya berbagai corak dan jenis batik tradisional dengan ciri kekhususannya sendiri (Suharto, 2010).

Batik secara historis berasal dari zaman nenek moyang yang dikenal sejak abad XVII yang ditulis dan dilukis pada daun lontar. Saat itu motif atau pola batik masih didominasi dengan bentuk binatang dan

tanaman. Namun dalam sejarah perkembangannya batik mengalami perkembangan, yaitu dari corak-corak lukisan binatang dan tanaman, beralih pada motif abstrak yang menyerupai awan, relief candi, wayang beber dan sebagainya (Soewardi, 2008).

Industri batik merupakan industri yang sangat potensial untuk dikembangkan. Berawal dari metode sederhana, yaitu menggambar dengan *canting* dan mencelupkan dalam pewarna, batik cap dengan cara dicap pada cetakan sampai produksi massal dengan mesin modern. Zat pewarna batik adalah zat warna tekstil yang dapat digunakan dalam proses pewarnaan batik baik dengan cara pencelupan maupun coletan pada suhu kamar ( $20-25^{\circ}\text{C}$ ), sehingga tidak merusak lilin sebagai perintang warnanya. Dalam proses pembuatan batik menghasilkan unsur logam salah satunya logam Cr dan Zn yang Apabila bahan buangan tersebut tidak diolah dengan baik, maka bahan buangan tersebut dapat mencemari lingkungan (Hadi, 2005).

## **B. Deskripsi Zat Pewarna**

Zat warna tekstil yang dapat digunakan dalam proses pewarnaan batik baik dengan cara pencelupan maupun coletan pada suhu kamar  $20-25^{\circ}\text{C}$ , sehingga tidak merusak lilin sebagai perintang warnanya. Berdasarkan sumber/asalnya, zat pewarna batik dibagi menjadi 2 golongan yaitu :

### **1. Zat pewarna buatan/sintesis**

Zat warna kimia mudah diperoleh, stabil dan praktis pemakaiannya. Zat warna ini merupakan turunan hidrokarbon aromatik seperti benzene, toluene, naftalena dan antrasena yang merupakan cairan kental berwarna hitam serta terdiri dari despersi karbon dalam minyak (Daranindra, 2010).

Zat warna yang biasanya untuk mewarnai batik salah satunya adalah zat warna reaktif umumnya dapat bereaksi dan membentuk ikatan langsung dengan serat sehingga merupakan bagian dari serat tersebut. Salah satu zat warna reaktif yang sering digunakan adalah remazol. Pewarnaan batik dengan remazol dapat digunakan dengan cara pencelupan, coletan maupun kuwasan. zat warna ini memiliki sifat larut dalam air dan berwarna pekat (Daranindra, 2010).

## 2. Pewarna alami

Zat warna yang diperoleh dari alam atau tumbuhan baik secara langsung maupun tidak langsung. Bahan pewarna alam yang bisa digunakan dapat diambil pada tumbuhan di bagian daun, buah, kulit kayu ataupun bunga (Daranindra, 2010).

Salah satu contoh zat warna yang banyak dipakai industri tekstil adalah remazol *black*, *red* dan *golden yellow*. Dalam pewarnaan, senyawa ini hanya digunakan sekitar 5% sebagai penguat warna sedangkan sisanya yaitu 95% akan dibuang sebagai limbah. Senyawa ini cukup stabil sehingga sangat sulit untuk terdegradasi di alam dan berbahaya bagi

lingkungan yang dapat merusak kandungan perairan apalagi dalam konsentrasi yang sangat besar karena dapat menaikkan COD (*Chemical Oxygen Demand*) COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia yang dapat didegradasi secara biologis (Setyaningsih, 2007).

### **C. Dampak Limbah Cair Batik**

Industri batik merupakan industri yang potensial mengandung logam berat Cr dan Zn yang merupakan limbah berbahaya, sehingga dapat menyebabkan rusaknya lingkungan. Keberadaan limbah pada industri dapat diketahui dengan adanya pencemaran berupa pencemaran fisik, berbau menyengat dan kontaminan akan membuat air menjadi keruh. Timbulnya gejala tersebut secara mutlak dapat dipakai sebagai salah satu tanda terjadinya tingkat pencemaran air yang cukup tinggi (Wardhana, 2004).

Industri batik merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan, selain kandungan zat warnanya tinggi limbah cair batik juga mengandung bahan-bahan sintetik yang sukar larut atau sukar diuraikan seperti logam berat Cr dan Zn, setelah proses pewarnaan selesai akan dihasilkan limbah cair yang berwarna keruh dan pekat. Warna limbah tergantung pada zat warna yang digunakan, limbah air yang berwarna-warni akan menyebabkan masalah terhadap lingkungan (Setyaningsih, 2007).

Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri batik merupakan senyawa organik *non-biodegradable* yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan. Air bekas cucian pembuatan batik menggunakan bahan-bahan kimia banyak mengandung zat pencemaran/racun yang dapat mengakibatkan gangguan terhadap lingkungan, kehidupan manusia, binatang maupun tumbuh-tumbuhan (Wardhana, 2004).

Limbah zat kimia dapat berupa insektisida, bahan pembersih, larutan penyamak kulit dan zat warna kimia. Kandungan zat warna kimia yang ada di dalam air akan memengaruhi pH air lingkungan dan kandungan oksigen. Hampir semua zat warna kimia bersifat racun dan jika masuk ke dalam tubuh manusia akan ikut merangsang tumbuhnya kanker (Suharto, 2010).

Senyawa zat warna di lingkungan perairan sebenarnya dapat mengalami dekomposisi secara alami oleh adanya cahaya matahari, namun reaksi ini berlangsung relatif lambat, karena intensitas cahaya UV yang sampai ke permukaan bumi relatif rendah 20-45 km diatas permukaan bumi, sehingga akumulasi zat warna ke dasar perairan atau tanah lebih cepat daripada fotodegradasinya (Al-Kdasi dkk, 2004).

Industri batik membuang limbah cair, maka aliran limbah tersebut akan melalui perairan di sekitar pemukiman dan aliran air yang berada didaerah indutri batik. Dengan demikian mutu lingkungan tempat tinggal penduduk menjadi turun. Limbah tersebut dapat menaikkan kandungan

organik seperti COD, BOD, TSS dan pH. Jika hal ini melampaui ambang batas yang diperbolehkan, maka gejala yang paling mudah diketahui adalah matinya organisme perairan (Ninggar, 2014).

#### **D. Logam berat Seng (Zn) dan Krom (Cr)**

Logam berat merupakan logam yang mempunyai berat lima gram atau lebih untuk setiap  $\text{cm}^3$  yang beratnya lima kali dari bobot air dan dapat menyebabkan timbulnya suatu bahaya yang merusak struktur pada makhluk hidup, hal ini terjadi jika sejumlah logam mencemari lingkungan (Ninggar, 2014). Ada beberapa jenis logam tertentu yang berbahaya jika ditemukan dalam konsentrasi tinggi dalam lingkungan karena logam tersebut mempunyai sifat yang merusak jaringan tubuh makhluk hidup (Darmono, 1995). Toksisitas atau daya racun logam berat tergantung dari jenis, kadar, efek sinergi-antagonis dan sifat fisik-kimianya. Semakin besar kadar logam berat maka daya toksisitasnya semakin besar. Urutan daya racun logam berat adalah sebagai berikut:  $\text{Hg} > \text{Cd} > \text{Ag} > \text{Ni} > \text{Pb} > \text{As} > \text{Cr} > \text{Sn} > \text{Zn}$  (Darmono, 1995).

Menurut Notohadipawiro (1993), logam berat yang sering mencemari lingkungan adalah Hg, Zn, Cr, Cd, As dan Pb. Industri batik menghasilkan limbah cair yang berpotensi mengandung logam berat, terutama logam berat Seng (Zn) dan Krom (Cr) yang dihasilkan dari proses pewarnaan batik. Hal tersebut berbahaya dapat mencemari perairan apabila dibuang secara langsung ke lingkungan. Lingkungan perairan di

sekitar industri batik rentan terkontaminasi melalui rembesan dan kualitas air berpotensi menurun.

Logam berat Seng (Zn) adalah metal yang didapatkan pada industri keramik, kosmetik, batik dan karet. Seng (Zn) dibutuhkan tubuh untuk proses metabolisme, akan tetapi dalam kadar tinggi diatas baku mutu 2 mg/L unsur ini dapat bersifat racun. Bagi mikroorganisme termasuk mikroalga, Zn berfungsi untuk menstabilkan struktur dari protein. Nilai standar kualitas Seng (Zn) pada limbah cair batik adalah 2,0 mg/L menurut Peraturan Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 (Amien, 2007).

Sumber cemaran logam berat Zn dapat berasal dari berbagai aktivitas manusia yang menghasilkan limbah berupa pencemar. Hal ini sama dengan suatu lingkungan terutama perairan yang telah terkontaminasi logam berat mampu merusak populasi manusia (Amien, 2007). Menurut WHO (2011), perairan yang memiliki kadar logam berat seng lebih dari 2 mg/L dapat beracun bagi organisme perairan mengakibatkan kematian biota tanah dan perairan dan jika lebih dari 3 mg/L dapat beracun bagi manusia yang dapat mengakibatkan kanker apabila masuk kedalam tubuh manusia, sedangkan bagi tumbuhan kadar seng maksimal yaitu sebesar 50 mg/kg. Logam berat jika sudah terserap ke dalam tubuh maka tidak dapat dihancurkan tetapi akan tinggal di dalam tubuh sampai dengan proses ekskresi.

Logam berat krom (Cr total) memiliki nilai standar kualitas Krom (Cr total) di cairan limbah adalah 1,0 mg/L menurut Peraturan Republik

Indonesia Nomor 82 Tahun 2001. Logam berat krom adalah bahan kimia yang bersifat persisten, bioakumulatif, dan toksik yang tinggi serta tidak mampu terurai dalam lingkungan dan akhirnya diakumulasi dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Krom merupakan salah satu logam berat yang mencemari lingkungan karena bersifat toksik (beracun) dalam kadar yang berlebih diatas 2 mg/L (Yudo, 2006).

Krom (Cr) dapat membahayakan lingkungan terjadinya gangguan pada biota tanah walaupun hanya terdapat dalam jumlah kecil, krom bersifat stabil dan terakumulasi dalam tubuh, sehingga lama-kelamaan dapat memicu sel-sel kanker (karsinogenik) yang dapat membahayakan kesehatan (Amien, 2007). Logam berat jika sudah terserap ke dalam tubuh maka tidak dapat dihancurkan. Hal serupa juga terjadi apabila suatu lingkungan terutama di perairan telah terkontaminasi logam berat maka proses pembersihannya akan sulit sekali dilakukan. Hal ini dikarenakan logam berat merupakan unsur yang tidak dapat dihancurkan, maka dari itu dilakukan pengolahan perairan yang telah tercemar logam berat untuk mengurangi kadar logam berat tersebut (Yudo, 2006).

#### **E. Baku Mutu Limbah Cair Industri Batik**

Berdasarkan Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 (2010), baku mutu limbah cair untuk kegiatan industri batik mempunyai 8 parameter yang harus terpenuhi sebelum dibuang ke lingkungan. Parameternya dapat dilihat pada Tabel 1 :

**Tabel 1. Baku Mutu Limbah Cair Batik Untuk Kegiatan Industri Batik**



Parameter	Satuan	Kadar Max (mg/l)
pH		6.0-9.0
Temperatur		$\pm 3^{\circ}\text{C}$ terhadap suhu udara
Konduktivitas	$\mu\text{mhos/cm}$	1.562,5
BOD	mg/L	50
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	200
TDS	mg/L	1000

(Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta, 2010).

Limbah cair industri batik memiliki karakteristik berwarna keruh, berbusa, pH tinggi, konsentrasi BOD tinggi, kandungan lemak alkali dan zat warna yang di dalamnya terdapat kandungan logam berat. Senyawa logam berat yang bersifat toksik yang terdapat pada buangan industri batik cetak, logam beratnya yaitu krom (Cr), Timbal (Pb), Nikel (Ni), tembaga (Cu) dan mangan (Mn) (Kurniawan dkk, 2013).

Lokasi pengambilan sampel limbah cair batik pewarnaan remazol hitam yaitu di Industri Batik Winotosastro melakukan penurunan kualitas limbah cair batik dengan menggunakan tawas dalam proses koagulasinya. Hasil limbah cair batik pewarnaan remazol hitam telah diuji sebelumnya di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BBTKL PP) Yogyakarta. Parameter yang diuji pada 15 Agustus 2016 dengan hasil uji yang didapat pada Tabel 2 :

Tabel 2. Hasil Uji Limbah Murni Batik Pewarnaan Remazol Hitam

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu
1.	Seng (Zn)	mg/kg	2,6451	2 mg/L
2.	Tembaga (Cu)	mg/kg	0,3617	2 mg/L
3.	Krom (Cr)	mg/kg	1,2213	1 mg/L
4.	Timbal (Pb)	mg/kg	<0,0061	0,5 mg/L

Analisis lain juga dilakukan oleh Herlambang dkk., (1999), sampel limbah cair industri batik juga diuji oleh Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Yogyakarta. Setelah diuji, diperoleh kadar Zn sebesar 2,6451, kadar Cu 0,3617, kadar Cr sebesar 1,2213 dan kadar Pb sebesar <0,0061. Kadar logam berat Cr dan Zn tersebut di atas baku mutu limbah cair untuk kegiatan industri batik menurut Peraturan Pemerintah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (2010). Oleh karena itu limbah industri batik harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air.

#### **F. Lumpur Aktif**

Menurut Rumanjar (2010), lumpur aktif (*activated sludge*) adalah proses pertumbuhan mikroba yang tersuspensi. Proses pendegradasian pada dasarnya merupakan pengolahan aerobik yang mengoksidasi material organik menjadi CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NH<sub>4</sub>, dan sel biomassa baru. Proses ini menggunakan udara yang disalurkan melalui pompa blower (*diffused*) atau melalui aerasi mekanik (Benefield dkk, 1980). Menurut Sugiharto (1987), lumpur aktif yaitu endapan lumpur yang berasal dari air limbah yang telah mengalami pemberian udara (aerasi) secara teratur, Lumpur aktif adalah kultur campuran mikroorganisme yang terdiri dari bakteri, protozoa, rotifer dan fungi.

Menurut Sugiharto (1987), pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan menggunakan metode biologi. Proses pengolahan limbah dengan metode biologi adalah metode yang memanfaatkan mikroorganisme

sebagai katalis untuk menguraikan material yang terkandung di dalam air limbah. Mikroorganisme sendiri selain menguraikan dan menghilangkan kandungan material, juga menjadikan material yang terurai tadi sebagai tempat perkembangbiakan. Metode pengolahan lumpur aktif (*activated sludge*) merupakan proses pengolahan air limbah yang memanfaatkan proses mikroorganisme tersebut (Megasari, 2012).

Proses lumpur aktif merupakan senyawa organik akan diuraikan secara biologis oleh aktifitas mikrobia yang tumbuh tersuspensi di dalam bioreaktor. Mekanisme yang terjadi melalui dua tahap, yaitu penyerapan secara fisika-kimiawi dan interaksi antarpartikel-partikel terlarut menjadi suspensi yang kemudian terpisahkan dari air limbah (Sugiharto, 1987). Tahap selanjutnya stabilisasi yang dapat berlangsung secara paralel melalui penyerapan polutan organik ke dalam partikel biomassa yang diuraikan menjadi gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  oleh aktifitas mikroba (Megasari, 2012).

Bakteri indigenus yaitu bakteri yang hidup bebas di alam dan memiliki berbagai macam manfaat bagi manusia. Pemanfaatan bakteri untuk bioremediasi limbah mampu mencegah efek negatif limbah terhadap lingkungan yang merupakan habitat berbagai makhluk hidup. Bakteri Indigenus merupakan mikroba pribumi/alami yang diisolasi dari limbah yang jenisnya sama dengan jenis limbah yang akan dilakukan pengolahan (Octavia, 2010).

Herlambang dkk (1999), menyatakan proses lumpur aktif dalam pengolahan air limbah tergantung pada pembentukan flok lumpur aktif yang terbentuk oleh mikroorganisme (terutama bakteri), partikel anorganik, dan polimer eksoselular. Selama pengendapan flok, material yang terdispersi, seperti sel bakteri dan flok kecil, menempel pada permukaan flok. Flokulasi dan sedimentasi flok tergantung pada pertumbuhan bakteri internal dan eksternal dari flok dan material eksopolimer dalam flok, dan tegangan permukaan larutan memengaruhi hidrofobisitas lumpur granular dari reaktor lumpur anaerobik.

Menurut Benefield dkk, (1980), pada proses lumpur aktif, bakteri merupakan partikel biokoloid-hidrofilik yang memiliki muatan permukaan elektronegatif. Koloid adalah sistem dispersi/sebaran, sistem dispersi adalah suatu sistem yang menunjukkan bahwa suatu zat terbagi halus dalam zat. Hidrofilik adalah senyawa yang dapat melakukan ikatan dengan air.

Menurut Pelczar dkk,. (2008), mempertegas pentingnya pembentukan flok dalam proses lumpur aktif dalam campuran cairan dan tipe mikroflora yang ada pada lumpur. Mikroflora pada penanganan limbah secara biologis berasal dari tangki aerasi yang sebelumnya telah mengalami proses aklimatisasi atau penyesuaian diri. Pengujian menunjukkan bahwa mikroflora yang terdapat di lumpur aktif sangat bervariasi. Pada umumnya terdapat spesies bakteri dari genus *Bacillus*,

*Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Zooglea*, dan *Nitrobacter* yang ada pada lumpur aktif.

**G. Hipotesis**

1. Lumpur aktif yang ditambahkan dengan penambahan bakteri indigenus mampu meremediasi limbah cair pewarna remazol pada industri batik.
2. Bakteri campuran indigenus merupakan bakteri yang paling mampu dalam meremediasi limbah cair pewarna remazol pada industri batik.